

Automation of the storage of operational information of the collector-beam system for collecting products for its control

Yury V Polischuk*, Yana V Goncharova, Oksana S Gapeeva

Orenburg State University, Orenburg, Russian Federation

*E-mail: Youra_Polishuk@bk.ru

Abstract. Within the framework of this work, a model for storing operational information of a collector-beam system for collecting products from the Orenburg gas condensate field for its management is proposed. A feature of the proposed model is its presentation as a graphic-dynamic system with the ability to store the performance characteristics of the wells included in it, and the history of upgrades of the main structural elements. The use of a single model to describe the operational information of various acquisition systems allows minimizing the likelihood of errors in operational data due to the limitations defined by the model and increasing the speed of their processing. All of the above implements the possibility of synthesizing effective management decisions in the operation of gathering systems, the consequence of which is to extend the life of the field and minimize operating costs. Also, the proposed model can be used in the implementation of a decision support system for collector-beam systems for collecting products.

Keywords: collector-beam collection system, control, graphic-dynamic system, information storage, storage of the history of design changes

Автоматизация хранения эксплуатационной информации коллекторно-лучевой системы сбора продукции для ее управления

Юрий Владимирович Полищук*, Яна Владимировна Гончарова, Оксана Сергеевна Гапеева

Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

*E-mail: Youra_Polishuk@bk.ru

Аннотация. В рамках данной работы предложена модель хранения эксплуатационной информации коллекторно-лучевой системы сбора продукции Оренбургского газоконденсатного месторождения для ее управления. Особенностью предлагаемой модели является ее представление как графодинамической системы с возможностью хранения эксплуатационных характеристик скважин, входящих в ее состав, и истории модернизаций основных элементов конструкции. Использование единой модели для описания эксплуатационной информации различных систем сбора позволяет минимизировать вероятность появления ошибок в эксплуатационных данных за счет ограничений, определенных моделью, и повысить скорость их обработки. Все перечисленное реализует возможность синтеза эффективных управленческих решений при эксплуатации систем сбора, следствием последнего является продление сроков эксплуатации месторождения и минимизация эксплуатационных расходов. Также предложенная модель может быть использована при реализации системы поддержки принятия решений для коллекторно-лучевых систем сбора продукции.

Ключевые слова: коллекторно-лучевая система сбора, управление, графодинамическая система, хранение информации, хранение истории конструктивных изменений

1. Введение

В процессе эксплуатации месторождения, на этапе падающей добычи, возникает необходимость поддержания объемов добычи продукции, а также полноты ее извлечения из продуктивных пластов. В этом случае важную роль играет эффективность работы систем сбора продукции месторождения. К таким системам, в том числе относятся коллекторно-лучевые системы сбора (КЛСС).

Организация эффективной работы КЛСС требует выполнения комплексного анализа ее эксплуатационной информации, результатом последнего станет возможность синтеза эффективных управленческих решений. Выполнение комплексного анализа эксплуатационной информации КЛСС, как правило, затруднено ее размещением в различных информационных ресурсах.

Также стоит отметить, что некорректная работа КЛСС может приводить к эффекту «задавливания» скважин, подключенных к системе сбора продукции [1].

Таким образом, автоматизация хранения эксплуатационной информации КЛСС для их управления является актуальной задачей исследования, так как реализует концепцию единого источника и способствует повышению скорости генерации управленческих решений.

2. Методы

Модель хранения эксплуатационной информации КЛСС для ее управления может быть реализована как графодинамическая система [2,3]. В этом случае управляемая система представляется в виде графа, который характеризует ее состояние. Изменения состояния системы отражаются изменениями в структуре данного графа.

Следовательно, для реализации модели требуется использовать иерархическую модель хранения данных. Такая модель хранения применяется в формате XML [4].

«XML – это система обозначений, основанная на тэгах, используемая для описания (разметки) документов» [4]. Формат XML имеет поддержку полиморфизма для структуры графа, которая определена в модели XML-документа, что позволяет хранить динамику изменений для управляемой системы.

При реализации модели хранения эксплуатационной информации КЛСС посредством XML возможно определение дополнительных ограничений, которые обеспечивают контроль за корректностью сохраняемых данных. Это позволяет минимизировать вероятность появления ошибок в хранимой информации. Использование единой модели описания эксплуатационной информации КЛСС реализует для нее повышение скорости принятия управленческих решений за счет автоматизированной обработки эксплуатационной информации. Последнее подтверждает перспективность использования единой модели хранения эксплуатационной информации КЛСС при разработке системы поддержки принятия решений для КЛСС.

Рассмотрим подробнее схематичное представление КЛСС Оренбургского газоконденсатного месторождения (ОГКМ) (рисунок 1).

На предложенной схеме (рисунок 1) использованы следующие обозначения: БВН – блок входных нитей, НКТ – насосно-компрессорные трубы, р_{БН} – давление на БВН, р_у – давление на устье скважины, р_{зб} – забойное давление скважины, Δр_{зд} – местное сопротивление задвижки, р_{пл} – пластовое давление скважины.

Взаимное влияние скважин, входящих в состав КЛСС, происходит как в трубопроводах шлейфа, так и внутри продуктивного пласта за счет взаимовлияния.

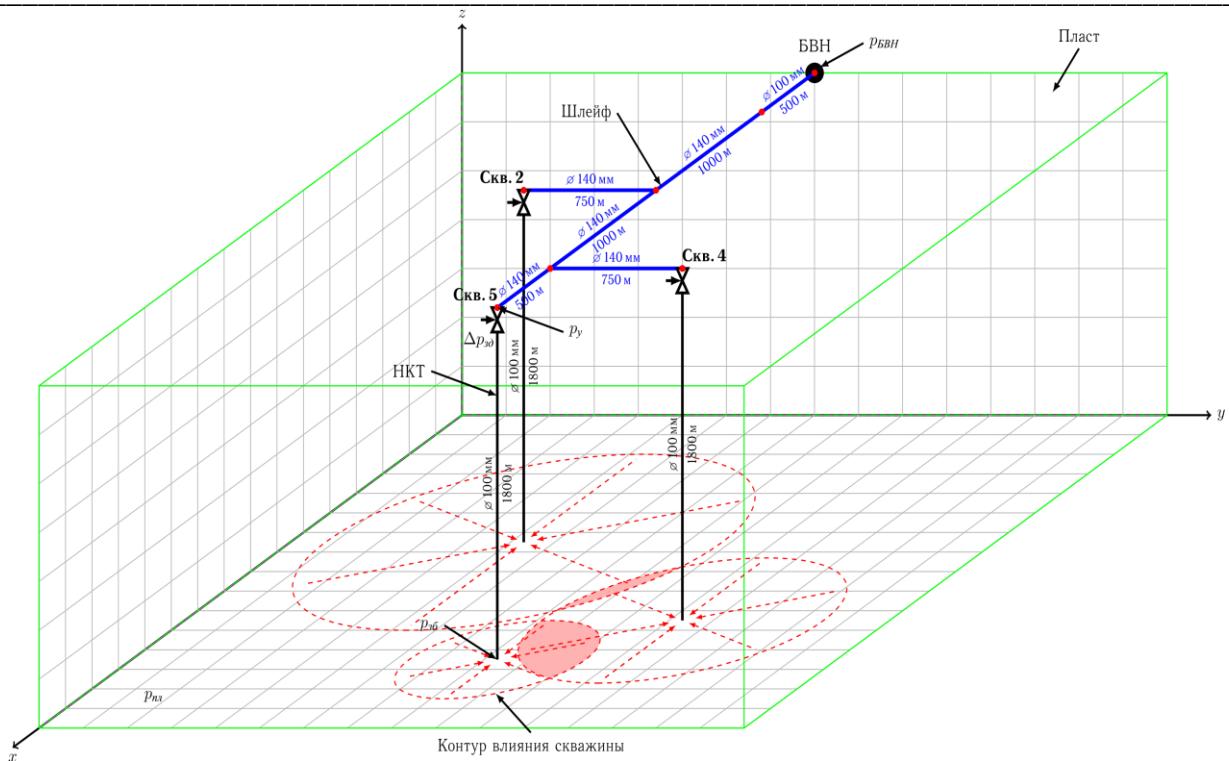


Рисунок 1. Схематичное представление КЛСС ОГКМ.

В результате анализа схематичного представления КЛСС можно определить границы системы – от продуктивного пласта до БВН.

3. Практическая реализация

Модель хранения эксплуатационной информации для КЛСС Оренбургского газоконденсатного месторождения (ОГКМ) для ее управления может быть реализована в виде модели XML-документа следующим образом (рисунок 2).

Для пояснения схематичного представления модели хранения эксплуатационной информации КЛСС используем следующие обозначения: элемент XML-документа – именованная структурная единица языка XML, ограниченная открывающим и закрывающим тегами, которая может повторяться, включать другие элементы XML, комментарии и атрибуты XML; терминальный элемент XML – документа – элемент, не содержащий в себе вложенных XML элементов.

Модель включает в себя основной элемент Root, описывающий работу КЛСС, в состав основного элемента входит один обязательный вложенный элемент Train, представляющий газовый шлейф, к которому подключаются скважины.

Элемент Train состоит из двух вложенных в него элементов: обязательного элемента Nodes и необязательного элемента Edges. Рассмотрим их более подробно.

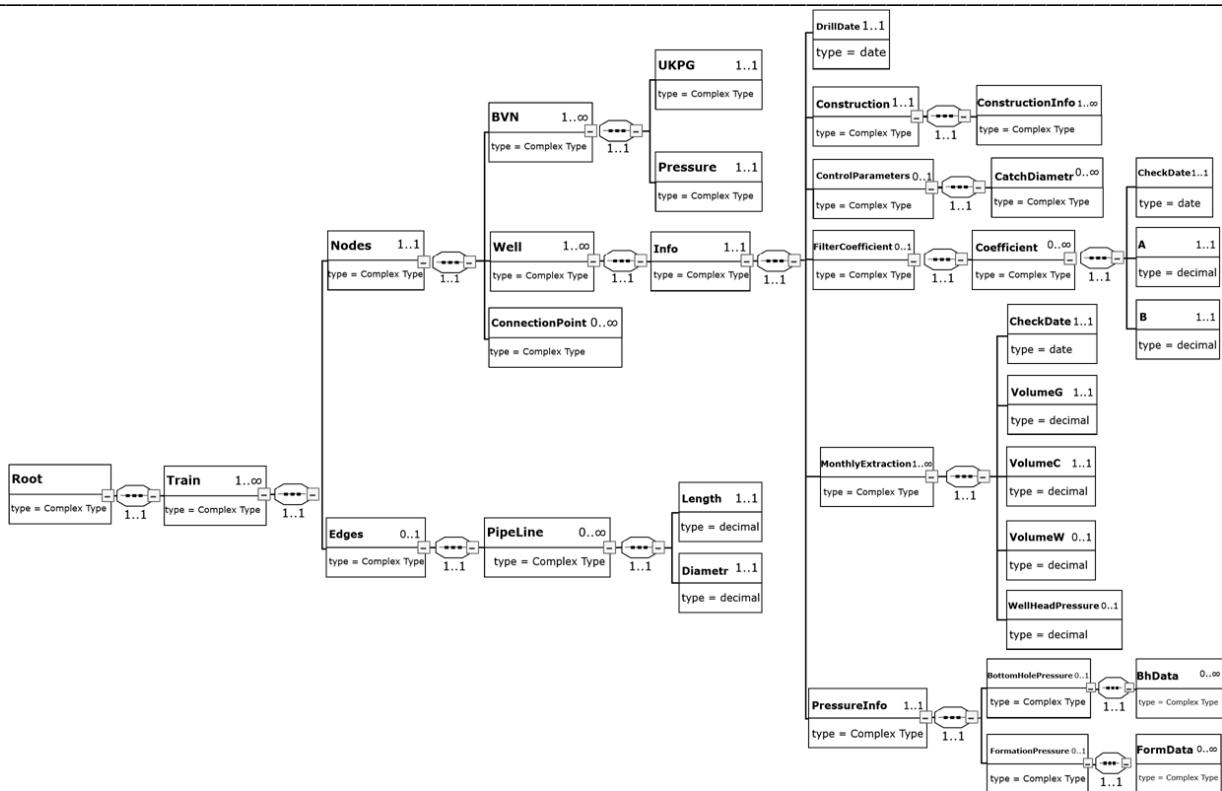


Рисунок 2. Схематичное представление модели хранения эксплуатационной информации КЛСС ОГКМ.

Элемент Edges описывает соединительные компоненты коллекторно-лучевой системы.

Составной частью данного элемента является необязательный элемент PipeLine, в состав которого входят два обязательных терминальных элемента Length и Diameter, они содержат данные о длине и внутреннем диаметре труб, являющихся частью КЛСС, трубы могут как добавляться в систему, так и удаляться из нее по мере необходимости, поэтому ограничений на использование элемента PipeLine в схеме нет.

Вложенный элемент Nodes хранит информацию обо всех концевых объектах, подключенных к КЛСС. Он состоит из следующих вложенных компонентов: необязательного терминального элемента ConnectionPoint, описывающего места соединения трубопроводов системы, он может быть использован неограниченное число раз; обязательного элемента BVN, который описывает блок входных нитей (БВН); обязательного элемента Well, представляющего скважину, он может быть использован неограниченное число раз.

Опишем подробнее два последних элемента. Элемент BVN включает в себя два вложенных терминальных элемента, обязательных для заполнения: элемент UKPG – номер установки комплексной подготовки газа, к которой поступает продукция от скважин (УКПГ) и элемент Pressure, который содержит информацию о показаниях давления на входе БВН. Элемент Well используется в схеме для описания работы добывающих скважин, он состоит из одного обязательного вложенного элемента Info.

Элемент Info включает в себя вложенные компоненты, которые будут рассмотрены далее. Обязательный терминальный элемент DrillDate – дата бурения скважины. Обязательный элемент Construction, со вложенным обязательным терминальным элементом ConstructionInfo, в котором хранятся все данные о том, как со временем менялась конструкция данной скважины, его в схеме можно использовать неограниченное число раз.

Необязательный элемент ControlParameters описывает управляющие параметры скважины. В рассматриваемой схеме параметрами управления являются внутренние диаметры задвижек скважины, поэтому элемент ControlParameters состоит из необязательного вложенного терминального элемента CatchDiametr, ограничений на использование этого элемента в схеме нет.

Необязательный элемент FilterCoefficient состоит из одного необязательного вложенного элемента Coefficient, внутри которого содержатся данные о фильтрационных коэффициентах скважины. Эти данные представлены тремя вложенными, обязательными для заполнения терминальными элементами: CheckDate – дата проверки показаний; А и В – значения соответствующих коэффициентов для данной скважины.

Ограничений на использование в схеме элемента Coefficient не установлено.

Также в состав элемента Info входит обязательный элемент MonthlyExtraction, который используется для составления отчета по результатам работы рассматриваемой скважины.

Элемент MonthlyExtraction включает в себя три обязательных терминальных элемента: CheckDate – дата проверки показаний; VolumeG, VolumeC – объемы добычи газа и конденсата за месяц соответственно.

И два необязательных терминальных элемента: VolumeW – объем добычи воды за месяц; WellHeadPressure – показания устьевого давления скважины.

Сам элемент MonthlyExtraction можно использовать в схеме от одного и более раз.

Последним в элементе Info является элемент PressureInfo, он обязателен для заполнения и состоит из двух вложенных элементов.

Элемент BottomHolePressure необязательный, он содержит данные о показаниях забойного давления скважины, сами данные, в свою очередь, хранятся во вложенном в него терминальном элементе BhData, который может быть использован неограниченное количество раз.

Элемент FormationPressure также необязательный, он содержит данные о показаниях пластового давления скважины, данные хранятся во вложенном терминальном элементе FormData, ограничений на его использование в схеме не установлено.

Пример использования предложенной модели хранения эксплуатационной информации КЛСС ОГКМ представлен далее на рисунке 3.

```
001 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
002 <Root xmlns="http://tempuri.org/XMLSchema.xsd"
003   xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
004   xsi:schemaLocation="http://tempuri.org/XMLSchema.xsd file:///D:/newKSS.xsd">
005 <Train id="Train_1">
006   <Nodes>
007     <!-- Блок входных нитей -->
008     <BVN id="BVN_1" name="БВН" arrivalDate="2019-11-01">
009       <UKPG>1</UKPG>
010       <Pressure>26</Pressure>
011     </BVN>
012     <!-- Скважина №4 -->
013     <Well id="Well_4" name="Скважина 4" arrivalDate="2019-11-01">
014       <Info>
015         <DrillDate>2004-01-31</DrillDate>
016         <Construction>
017           <ConstructionInfo checkDate="2019-11-01">Глубина ствола 1800 метров</ConstructionInfo>
018           <ConstructionInfo checkDate="2020-03-01">Интервал перфорации 1720-1760 метров 200 отверстий</ConstructionInfo>
019         </Construction>
020         <ControlParameters>
021           <CatchDiameter checkDate="2019-11-01">140</CatchDiameter>
022         </ControlParameters>
023         <FilterCoefficient>
024           <Coefficient>
025             <CheckDate>2019-12-01</CheckDate>
026             <A>50</A>
027             <B>5</B>
028           </Coefficient>
029           <Coefficient>
030             <CheckDate>2020-01-01</CheckDate>
031             <A>50</A>
032             <B></B>
033           </Coefficient>
034           <Coefficient>
035             <CheckDate>2020-02-01</CheckDate>
036             <A>50</A>

```

Рисунок 3. Пример использования предложенной модели хранения.

4. Выводы

Предложенная модель хранения эксплуатационной информации для КЛСС ОГКМ позволяет хранить информацию, необходимую для генерации по ней управлеченческих решений. Она позволяет получить состояние КЛСС в любой момент ее эксплуатации и учесть все изменения, внесенные в конструкцию системы. Ее использование повышает скорость генерации управлеченческих решений для КЛСС за счет реализации возможности автоматизированной обработки данных. Последнее подтверждает ее перспективность для применения при реализации системы поддержки принятия решений для КЛСС ОГКМ. Предлагаемая в работе модель является масштабируемой и при необходимости может быть расширена.

Список литературы

- [1] Полищук, Ю. В. Моделирование коллекторно-лучевой системы сбора продукции в условиях Оренбургского НГКМ / Ю. В. Полищук // Нефтепромысловое дело. – 2007. – № 6. – С. 60-63

-
- [2] Айзerman, М. А. Динамический подход к анализу структур, описываемых графами (основы графодинамики) / М. А. Айзerman, Л. А. Гусев, С. В. Петров, И. М. Смирнова // Автоматика и телемеханика. – 1977. – № 7. – С. 135-151.
 - [3] Айзerman, М. А. Динамический подход к анализу структур, описываемых графами (основы графодинамики) // М. А. Айзerman, Л. А. Гусев, С. В. Петров, И. М. Смирнова // Автоматика и телемеханика. – 1977. – № 9. – С. 123-136.
 - [4] Braub T. Extensible markup language (XML) 1.0. – 2008. Access mode:
<http://www.w3.org/TR/REC-xml/> - Screen title.